

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar**

*Eugênio Ferreira Coelho  
Alisson Jadavi Pereira da Silva  
Ildos Parizotto  
Tibério Santos Martins Silva  
Autores*

2ª edição revisada

*Embrapa  
Brasília, DF  
2017*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Mandioca e Fruticultura**

Rua Embrapa - s/nº, Caixa Postal 007

44380-000, Cruz das Almas, BA

Telefone: (75) 3312-8048

Fax: (75) 3312-8097

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Comitê de publicações da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente: *Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa*

Secretária-Executiva: *Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Membros: *Áurea Fabiana Apolinário Albuquerque Gerum*

*Cicero Cartaxo de Lucena*

*Clóvis Oliveira de Almeida*

*Eliseth de Souza Viana*

*Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki*

*Leandro de Souza Rocha*

*Tullio Raphael Pereira de Pádua*

Revisão de texto: *Helton Fleck da Silveira*

Normalização bibliográfica: *Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Projeto gráfico e Tratamento das ilustrações: *Rafael Melo*

Editoração eletrônica e Tratamento das ilustrações: *Anapaula Rosário Lopes e Adan Marques*

Fotos da Capa: *Tibério Santos Martins Silva* (1, 3 e 4) e *Markselmo Santos da Silva* (2, 5 e 6)

2ª edição (2017): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Mandioca e Fruticultura

---

Coelho, Eugenio Ferreira.

Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar / Eugenio Ferreira Coelho ... [et al.].- Cruz das Almas, Ba : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017.

45 p. ; il. ; 15,0 x 21,0 cm.

1. Irrigação 2. Agricultura familiar I. Coelho, Eugenio Ferreira II. Silva, Alisson Jadavi Pereira da. III. Parizotto, Ildos. IV. Silva, Tibério Santos Martins. V. Título.

---

CDD 631.587 (21.ed.)

© Embrapa 2017

# SUMÁRIO

<b>Resumo .....</b>	<b>05</b>
<b>1. Apresentação .....</b>	<b>06</b>
<b>2. Conhecendo os tipos de sistemas de irrigação e seus usos .....</b>	<b>06</b>
2.1. Conjunto motobomba.....	08
2.1.1. Instalação da motobomba .....	09
2.1.2. Operação da motobomba .....	09
2.2. Sistema de irrigação por gravidade .....	10
2.2.1. Escolha da área .....	10
2.2.2. Sistema de irrigação por sulcos .....	10
2.2.3. Construção do sistema de irrigação por sulcos.....	11
2.3. Sistema de irrigação de sulcos revestidos, alimentando bacias.....	12
2.4. Sistemas de irrigação com uso de conjunto motobomba .....	14
2.4.1. Sistemas de irrigação por aspersão .....	14
2.4.2. Sistemas de irrigação localizada .....	17
2.4.2.1. Microaspersão .....	18
2.4.2.2. Gotejamento .....	21
2.4.2.3. Mangueiras perfuradas .....	23
2.4.2.4. Sistemas de irrigação Bubbler.....	23
<b>3. Cuidados a serem tomados com os sistemas de irrigação.....</b>	<b>25</b>
3.1. Os cuidados com os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão .....	25
3.2. Os cuidados com os sistemas de irrigação Bubbler .....	27
3.2.1. Avaliar perdas de água no sistema de irrigação por sulcos, bacia e Bubbler.....	27
3.3. Os cuidados com os sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento .....	29

<b>4. Avaliações de molhamento do solo pelos emissores .....</b>	<b>29</b>
4.1. Verificando se todas as plantas recebem a mesma quantidade de água nos sistemas microaspersão, gotejamento e mangueira perfurada .....	30
<b>5. Quando deve ser feita a irrigação .....</b>	<b>32</b>
5.1. Uso das mãos para definir a faixa adequada de umidade do solo para as plantas .....	33
5.2. Uso de equipamentos para definir a faixa adequada de umidade do solo para as plantas .....	35
5.2.1. Irrigas .....	35
5.3. Uso do equipamento do método da facilidade de penetração no solo .....	38
<b>6. Medidas de redução da água de irrigação .....</b>	<b>40</b>
<b>7. Obter a quantidade de água a ser aplicada às plantas com uso de tabelas.....</b>	<b>41</b>
7.1. Sugestões de tempos de irrigação para hortaliças, grãos e fruteiras .....	41
<b>8. Literatura Consultada .....</b>	<b>45</b>

# Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar

Eugênio Ferreira Coelho<sup>1</sup>  
Alisson Jadavi Pereira da Silva<sup>2</sup>  
Ildos Parizotto<sup>3</sup>  
Tibério Santos Martins da Silva<sup>4</sup>

## Resumo

A limitação de água no Brasil tem sido um problema de quase todas as regiões fisiográficas, sendo que o Norte de Minas Gerais e o Nordeste brasileiro têm passado por secas prolongadas contínuas. A agricultura familiar nessas condições passa por enormes dificuldades, uma vez que sem água é impossível cultivar. Muitas comunidades de agricultores familiares estão instaladas em regiões próximas de rios ou reservatórios, onde a agricultura irrigada vem sendo cada vez mais difundida e sendo um atrativo a essas comunidades, que têm se mobilizado no sentido de inserir-se no processo produtivo. É necessário, entretanto, capacitar esses novos irrigantes, bem como os que já estão estabelecidos, quer em projetos públicos, assentamentos ou em situações particulares, para fazer uso adequado da água retirada de fontes de água cada vez mais reduzidas. Esta cartilha tem intenção de fornecer a agricultores familiares informações e conhecimentos básicos de sistemas de irrigação, considerando seu uso voltado para conservação de água, bem como informações sobre como usar a água para irrigar as plantas de modo a manter o solo com umidade suficiente para uma produção adequada com perdas mínimas de água.

<sup>1</sup>Engenheiro-agrícola, doutor em engenharia de irrigação, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agrárias – Agricultura Irrigada e Sustentabilidade de Sistemas Hidroagrícolas, professor do Instituto Federal Baiano, Senhor do Bonfim, BA.

<sup>3</sup>Analista de sistemas, analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências Agrárias, analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

## 1. Apresentação

A importância da agricultura familiar no Brasil é indiscutível quanto a sua contribuição no mercado. Na região semiárida, muitos assentamentos se situam às margens de rios ou em locais com presença de lençóis subterrâneos, que permite a instalação de poços. A disponibilização de água para esses agricultores pode contribuir para trazer os mesmos ao mercado como fornecedores e consumidores. A Embrapa Mandioca e Fruticultura, no intuito de contribuir, tem trabalhado para gerar recomendações para sistemas de irrigação para esses agricultores. Com a inserção do Plano do Prêmio Mandacaru II, as atividades nesse sentido têm sido incrementadas e mais recomendações têm sido obtidas. Esta cartilha objetiva apresentar, com uma linguagem simples, informações básicas que orientem pequenos agricultores a montar e operar eficientemente sistemas de irrigação de baixo custo.

As informações e recomendações mostram que, apesar do custo inicial de instalação de sistemas de irrigação convencional ser elevado para o pequeno agricultor, existem formas de adotar sistemas com menor custo, tornando-os mais acessíveis ao agricultor familiar. Emissores artesanais, mangueiras perfuradas a laser, Xique-Xique, são exemplos de alternativas que diminuem o custo de aquisição de um sistema de irrigação. Quando tomados os devidos cuidados no uso da água, os sistemas de irrigação de baixo custo apresentam os mesmos efeitos dos sistemas convencionais sobre a produção de culturas de ciclo curto e perenes em áreas de agricultura familiar do semiárido.

## 2. Conhecendo os tipos de sistemas de irrigação e seus usos

Existem diversas maneiras de se aplicar água à planta e ao solo via irrigação. A maneira de se aplicar água na forma de chuva é utilizando a aspersão. A maneira de se aplicar água somente onde se localiza a raiz da planta é utilizando a irrigação localizada. Por último, a irrigação por gravidade é a forma utilizada quando o transporte da água é feito pelo próprio solo. Diversos componentes são utilizados para formar um sistema de irrigação, tais como motor e bomba, tubulações, conexões e emissores. Normalmente, esses componentes não são baratos, mas existem algumas adaptações que podem ser feitas, principalmente nos emissores, que podem baratear e tornar um sistema de irrigação acessível ao pequeno agricultor. Quando tomados os devidos cuidados no uso da água, os sistemas de irrigação montados com material de baixo custo apresentam os mesmos efeitos dos sistemas convencionais sobre a produção de culturas de ciclo curto e perenes em áreas de agricultura familiar. Veja abaixo as três maneiras que o agricultor familiar pode escolher para aplicar água no solo e planta com irrigação:



Fotos: Tiberio S. M. da Silva

**Figura 1.** Tipos de sistemas de irrigação: irrigação por aspersão (A), irrigação localizada (B) e por superfície (C).

Antes de decidir irrigar, o agricultor deve observar os seguintes fatores:

- A área disponível para o plantio deve ter terra boa, onde as raízes das plantas possam crescer, isto é, a terra não pode ser muito dura e com pedras;
- É necessário haver uma fonte de água (represa, rio, córrego, ribeirão, lagoa) onde se saiba que a água não seca durante o ano;
- O agricultor deve ir até uma agência estadual ou federal de gestão de águas para solicitar autorização legal para uso da água;
- É bom que a área não esteja muito distante da fonte de água, pois serão necessários tubos para levar a água até a área, o que significa gastos. As áreas de cultivo devem estar distantes dos rios. Se o rio tem menos de 10 metros de largura, a área de plantio deve ficar a mais de 30 metros de distância do rio. Se o rio é mais largo que 10 metros, a área de plantio deve ficar a mais de 50 metros de distância do rio. Se o rio é bastante largo, com mais de 50 metros de largura, a área de plantio deve ficar a mais de 100 metros de distância do rio (conforme o Código Florestal); e,
- É recomendável que a área a ser irrigada não esteja muito alta em relação ao rio, porque quanto mais alta, mais potente deverá ser o conjunto moto bomba.

Para instalar um sistema de irrigação, o produtor precisa conversar com um técnico que conheça irrigação, podendo ser dos órgãos do governo municipal, estadual e federal ou do setor particular, para receber orientação. Nas lojas de materiais de irrigação os vendedores podem ajudar. Às vezes são técnicos e podem fazer o desenho do sistema de irrigação, porém vão precisar dos seguintes dados:

- Tamanho da área (medir largura e comprimento);
- Distância da entrada da área até o rio ou represa;
- Medida da diferença de nível entre a água no rio, córrego, lagoa e a área que será irrigada (pedir ajuda de um técnico).

Os componentes de um sistema de irrigação de baixo custo para agricultores familiares são os seguintes:

- Conjunto motor e bomba, que pode ser a óleo, a gasolina ou a eletricidade;

- b) Sucção e linha de recalque, formada por tubos de metal ou PVC, para levar a água do rio, córrego, lagoa até a área a ser irrigada;
- c) Linhas laterais formadas por tubos de PVC ou polietileno de baixa densidade (PEBD), para conduzirem água até os emissores;
- d) Conexões de PVC e PEBD, tais como registros, curvas e tês, para distribuírem a água;
- e) Emissores que vão ser colocados ao longo das linhas laterais, para que a água finalmente molhe a terra e as plantas.

Resumindo, a água é puxada do rio ou represa pelo conjunto motobomba através da linha de sucção. Após ser puxada do rio, a água ganha pressão e é conduzida pela linha de recalque até a entrada da área de plantio, encontrando a linha principal que geralmente divide a área em dois lados (esquerdo e direito) e distribui a água para as linhas laterais. Nas linhas laterais estão instalados os emissores responsáveis pela aplicação da água no solo e planta. Os emissores podem ser gotejadores, microaspersores, mangueiras finas, aspersores, mangueiras furadas e cotonetes, além de outros.



Ilustração: Alisson Jadavi Pereira da Silva

**Figura 2.** Imagem do caminho da água retirada do rio ou represa.

A água succionada é conduzida até a entrada da área através da linha de recalque. Na entrada da área, a água encontra a linha principal. A linha principal distribui a água para as linhas laterais, onde se encontram os emissores que aplicam água no solo e planta.

## 2.1. Conjunto motobomba

O bombeamento pode ser feito por meio de conjunto motobomba movido a diesel, gasolina ou a eletricidade. Um conjunto motobomba pode funcionar para um único agricultor ou para mais de um, desde que a irrigação seja setorizada, isto é, o tempo de funcionamento da motobomba seja dividido entre os agricultores. Com isso, o custo



inicial do sistema, que corresponde em pelo menos a 40% do custo total, pode ser dividido entre os usuários produtores, reduzindo o ônus do sistema. A motobomba é necessária, pois os sistemas de irrigação só funcionam com pressão da água. Então, para pressurizar a água é necessário utilizar bombas centrífugas para acionar motores elétricos ou a diesel. A compra do conjunto motobomba deve ser feita com auxílio de um técnico, pois ele irá selecionar adequadamente, evitando gastos desnecessários de energia e combustível no bombeamento. O conjunto motobomba poderá ser utilizado tanto para o acionamento direto dos emissores, quanto para encher reservatórios. No caso de uso de reservatórios, a água é bombeada do rio para um tanque suspenso pelo menos 10 metros, quando se utiliza gotejamento, e 15 metros, quando se utiliza microaspersão.

### **2.1.1. Instalação da motobomba**

O conjunto motobomba deve ser instalado em local que permita fácil acesso para manutenção, e precisa ser apoiado em fundação resistente, podendo ser feita de argamassa, de forma a evitar o desalinhamento e que a motobomba fique suportada pelas tubulações. A motobomba deve ser fixada na fundação de tal forma que evite vibrações na tubulação, para evitar frequentes trincas ou rompimentos nos tubos. O local escolhido para fazer a fundação deve ficar acima do nível do rio ou represa.

O conjunto motobomba deve ser instalado na horizontal, no sentido do plano. Colocar argamassa na fundação até que todas as partes da base fiquem igualmente apoiadas. Instalar chumbadores antes da secagem da argamassa. Após secagem da argamassa, apertar os parafusos nos chumbadores e conferir o alinhamento e nivelamento da base com um nível de pedreiro. O alinhamento da base é muito importante para evitar vibrações no conjunto motobomba. A tubulação de recalque deve ser reta para evitar perda de força da água.

### **2.1.2. Operação da motobomba**

Antes de ligar o conjunto motobomba pela primeira vez, verificar os seguintes itens:

- a) Se o motor e bomba estão fixados firmemente na base da fundação;
- b) Se as tubulações de sucção e recalque estão firmes e bem fixadas;
- c) Se a tubulação de sucção está cheia de água; e,
- d) Se o registro de sucção e recalque estão abertos.

Dada a partida no motor, verificar se a bomba está recalcando, colocando a mão na tubulação de recalque, e se os emissores foram acionados. Se a bomba não está transportando água, verificar a tubulação de sucção, pois pode ocorrer entrada de ar. Com o passar do tempo, a válvula de pé pode entupir com pedaços de folhas ou outras sujeiras do rio ou represa, levando à diminuição da força da água que chega no sistema. Na compra do

conjunto motobomba, perguntar ao vendedor em quanto tempo deve trocar o óleo. O nível do óleo deve ser verificado toda semana pela vareta de nível.

## 2.2. Sistema de irrigação por gravidade

### 2.2.1. Escolha da área

Os sistemas de irrigação que funcionam por gravidade são os que não precisam de conjunto moto bomba para fazer o sistema funcionar e a água chegar às plantas. Nesse caso, a água do rio, córrego, lagoa ou represa deve ficar numa posição acima da área que vai ser irrigada, de forma que a água desça para a área e ganhe pressão pela força da gravidade. A terra não pode ser arenosa e de preferência deve ser mais argilosa ou barrenta.

### 2.2.2. Sistema de irrigação por sulcos

A irrigação por sulcos é o tipo de sistema mais comum de irrigação por gravidade. Ela pode ser usada para qualquer cultura ou tipo de planta, mas para economia de água deve-se dar preferência para culturas de menor espaçamento como hortaliças, e grãos como feijão e milho. Nesse caso, os sulcos devem ser curtos, de forma que a água chegue rapidamente ao final dos mesmos, que devem ser fechados. Quanto mais a água demorar para chegar ao final do sulco, maior a quantidade de água gasta ou perdida. Quando a água chega ao final do sulco, todo o sulco fica cheio de água. O tempo que deve manter a água para o sulco depende da umidade da terra. O produtor deve deixar um tempo no início de 15 minutos e em seguida verificar se o solo ficou com umidade além do necessário. Se tiver ficado, reduzir o tempo que a água continua entrando no sulco, após chegar ao final dele.

Um solo com umidade alta, além do necessário, quando se aperta o mesmo com a mão, a lama escorre entre os dedos ou mesmo que isso não ocorra, vê-se água soltando da massa de terra.



Foto: Tiberio Santos Martins da Silva

**Figura 3.** Solo com umidade alta.

### 2.2.3. Construção do sistema de irrigação por sulcos

Na irrigação por sulcos é necessário construir um canal na cabeceira da área para abastecer os sulcos (Figura 4). Esse canal deve ser feito de forma que o nível da água nele fique acima do nível do solo onde saem os sulcos. O canal deve ter as medidas mostradas na Figura 5 ou próximas dessas. Para evitar perdas de água no canal durante a irrigação, pode-se colocar uma lona plástica dentro dele ou colocar argila ou barro duro de forma a não haver infiltração de água. Os sulcos devem ser feitos com medidas conforme a Figura 5 ou próximas das medidas mostradas.

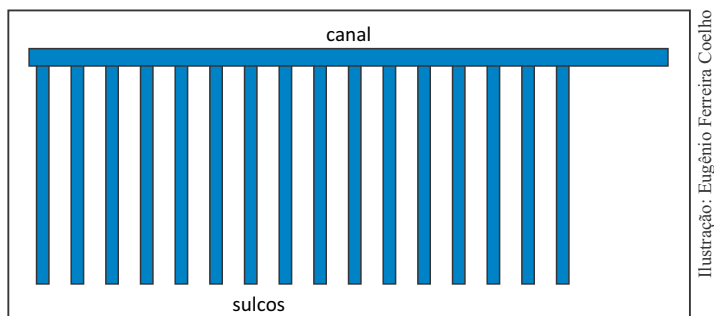


Ilustração: Eugênio Ferreira Coelho

**Figura 4.** Disposição do canal e dos sulcos na área a ser irrigada.

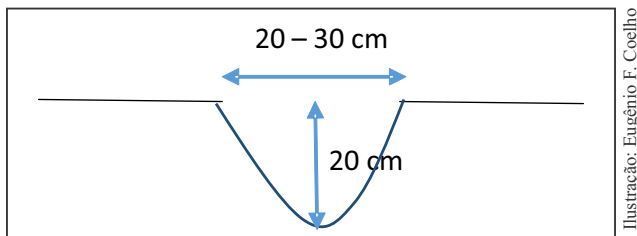


Ilustração: Eugênio F. Coelho

**Figura 5.** Medidas do canal e dos sulcos.



Fotos: Tibério Santos M. da Silva

**Figura 6.** Construindo o canal de adução de água (A e B).



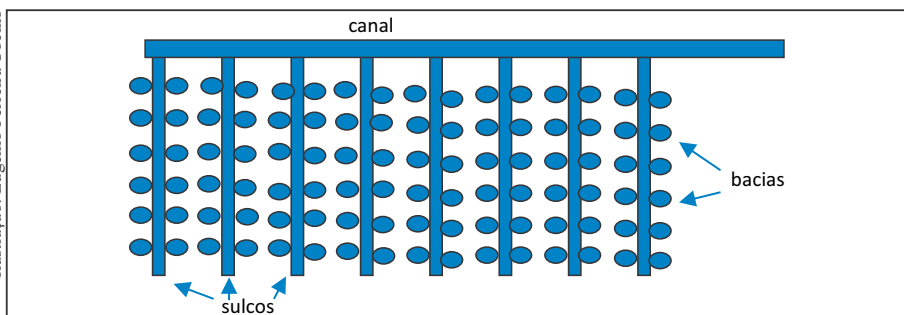
**Figura 7.** Revestimento do canal (A) e operação do canal (B).

### 2.3. Sistema de irrigação de sulcos revestidos, alimentando bacias

Esse sistema pode ser usado para fruteiras de maior densidade como bananeira, mamoeiro, maracujazeiro, além de outras e consiste de um canal principal na cabeceira da área que distribui a água para canais menores ou sulcos que são revestidos com lona plástica. Os sulcos revestidos ficam entre duas fileiras de plantas de modo que a água é distribuída para as plantas, tendo contato com a terra apenas próximo da planta, com mínima perda (Figura 8A e 8B).



**Figura 8.** Construção dos sulcos curtos (A e B).



**Figura 9.** Sistemas de irrigação de sulcos revestidos, suprindo água a bacias.

O canal principal de adução de água fica na cabeceira da área com largura de 40 a 45 cm e profundidade de 25 a 30 cm.

Nesse sistema os sulcos revestidos devem ser elevados ou ficar acima do solo de forma a criar um desnível entre o fundo do mesmo e o solo.



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 10.** Sistemas de irrigação de sulcos revestidos com lona plástica.



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 11.** Sulco construído com fundo acima do solo da área.

A irrigação deve ser feita abrindo saídas para a água nas bacias construídas ao redor da planta. Deixa a água entrar no sulco ao redor da planta até que o mesmo encha, cortando-se em seguida a entrada de água.





**Figura 12.** Distribuição de água para as bacias (A e B).

## 2.4. Sistemas de irrigação com uso de conjunto motobomba

Muitas vezes não é possível ganhar pressão da água apenas com a força da gravidade. Normalmente a área de plantio fica acima do rio ou represa, sendo necessário o uso do conjunto motobomba para levar água através de tubulações até a área de plantio. O uso dos sistemas de irrigação por aspersão e localizada requerem boa pressão da água para seu funcionamento. Assim, para pressurizar esses sistemas é necessário utilizar motores elétricos ou a diesel para acionar bombas centrífugas. A compra do conjunto motor e bomba deve ser feita com auxílio de um técnico, pois existem motores e bombas de diversos tipos, modelos e potência no mercado, e o técnico irá escolher adequadamente o conjunto motobomba. O conjunto motobomba poderá ser utilizado tanto para o acionamento direto dos aspersores, gotejadores ou microaspersores, quanto para encher reservatórios, quando os emissores são acionados com água derivada dos reservatórios por gravidade.

### 2.4.1. Sistemas de irrigação por aspersão

O sistema de aspersão molha a área inteira, semelhante como faz uma chuva. Se o terreno encharca muito rápido, o agricultor deve tomar cuidado com o uso da aspersão, pois normalmente sai muita água dos aspersores em pouco tempo, podendo empochar no terreno, causando danos às culturas. Se o terreno de plantio não é plano, as linhas de irrigação devem ser montadas de preferência em nível. O sistema de aspersão deve ser evitado em regiões de ventos muito fortes, pois o jato de água que sai do aspersor é formado por gotas muito pequenas que podem ser facilmente arrastadas pelo vento.

Os sistemas de aspersão apresentam custos de implantação elevados. Quando há disponibilidade de mão de obra esse custo pode ser bastante reduzido, com o uso de linhas laterais móveis. As linhas laterais móveis formam um sistema portátil, de modo que a área de plantio vai sendo irrigada gradativamente.



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 13.** Aspersor de baixa pressão.

Na compra do sistema, o agricultor deve solicitar ao vendedor ou aos técnicos de empresas estaduais, municipais ou federais, orientações quanto ao espaçamento dos aspersores e definição dos pontos de instalação da linha lateral na linha principal. Para facilitar o trabalho do técnico, o agricultor deve dispor das seguintes informações:

- a) Distância da fonte de água (rio, açude ou barragem) até a área de cultivo;
- b) Tamanho e forma da área de cultivo;
- c) Tipo de cultura e forma de plantio; e,
- d) Saber se o terreno é plano ou não.

Com essas informações, o técnico indicará as maneiras de distribuir o sistema de irrigação no campo, que podem ser variadas, sendo as mais usuais mostradas abaixo:

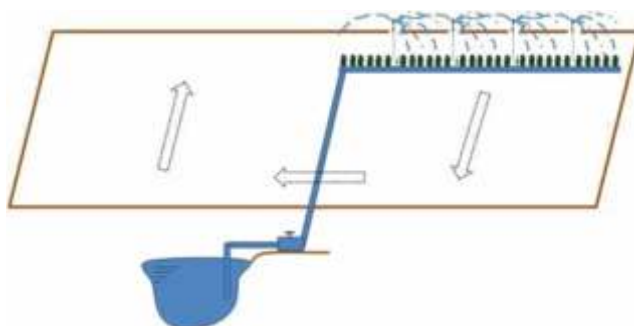
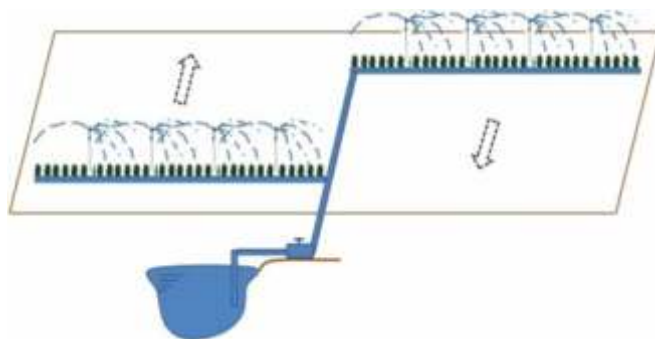


Ilustração: Alisson Jadavi P. da Silva

**Figura 14.** Uso de uma única linha lateral para toda a área de plantio.

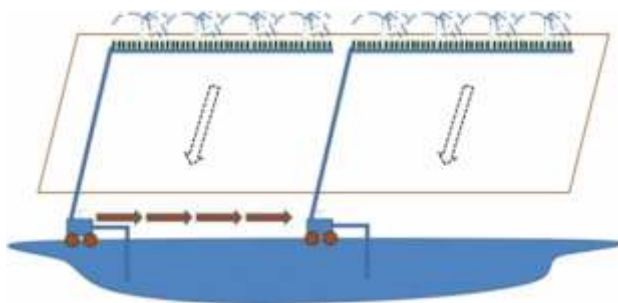
A área é dividida pela linha principal em dois lados (esquerdo e direito). Com a motobomba ligada, o agricultor irá molhar uma parte do terreno com a linha lateral e depois mover esta mesma linha para irrigar outra parte do terreno. Não há necessidade de molhar todo o terreno no mesmo dia. A irrigação de todo terreno poderá ser finalizada no dia seguinte.

Ilustração: Alison Jadavi Pereira da Silva



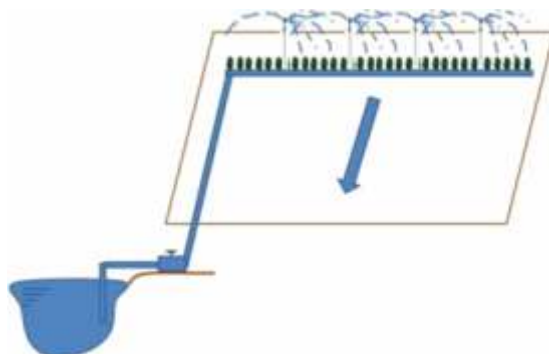
**Figura 15.** Uso de duas linhas laterais em toda a área de plantio. A área é dividida pela linha principal em dois lados (esquerdo e direito) e em cada lado é instalada uma linha lateral móvel.

Ilustração: Alison Jadavi P. da Silva



**Figura 16.** Uso de motobomba móvel. A linha principal pode ser deslocada na área sempre que houver possibilidade de mover a bomba no rio ou represa.

Ilustração: Alison Jadavi P. da Silva



**Figura 17.** Uso de linha principal no canto da área de plantio. A linha lateral é movida de ponto a ponto na linha principal de forma a molhar toda a área.



### 2.4.2. Sistemas de irrigação localizada

No sistema de irrigação localizada a água é aplicada em pequenas vazões diretamente nas raízes das plantas. Os sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento são os mais utilizados. A microaspersão espalha a água em uma maior área na superfície do solo e é mais adequada para solos arenosos. No gotejamento, a água é aplicada na forma de gotas em pequenos pontos no solo e é um sistema mais adequado para solos pesados com presença de argila.

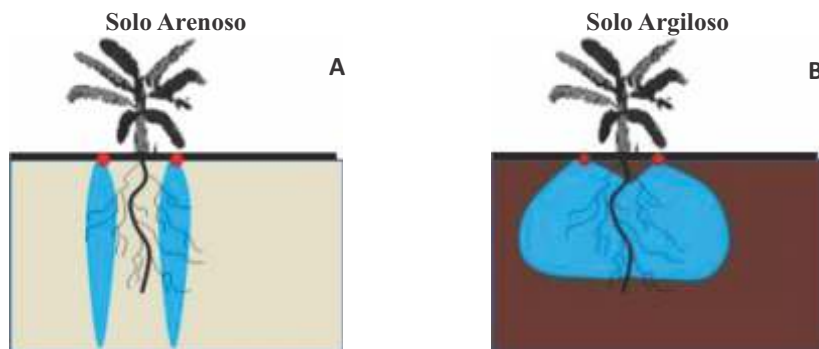


Fotos: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 18.** Área com (A) microaspersão e (B) gotejamento.

Antes da montagem do sistema e do plantio é necessário observar como é o molhamento do solo pelos emissores de irrigação localizada. Existem diferentes tipos de gotejadores e microaspersores. Os gotejadores, por exemplo, molham o solo em pontos bastante localizados e não são adequados para plantios adensados em solos arenosos, como é o caso do feijão, milho e outras culturas semelhantes, pois exigiria muitos emissores para molhar a região das raízes de todas as plantas, tornando muito cara a aquisição do sistema. Já quando se trata de plantio de café, pimenta, fruteiras e outras semelhantes os gotejadores se adequam melhor, pois não há necessidade de molhar toda superfície do solo da área de plantio, e os gotejadores aplicam água diretamente nas raízes das plantas, enquanto o espaço entre as plantas fica seco. Mesmo assim, em solos arenosos é conveniente o agricultor optar pela microaspersão quando desejar utilizar irrigação localizada, pois a água que sai do emissor, quando infiltra no solo arenoso, desce muito rápido não formando o bulbo que forma quando o solo é argiloso.

O uso da irrigação localizada permite obter mais eficiência no uso da água e permite a utilização de água salina, pois aplica menos água e consequentemente menos sal no solo. Uma grande vantagem no uso de sistemas localizados é que a água que sai do emissor não entra em contato com a folha da planta e não espalha sementes do mato na área. É necessário que o agricultor percorra todos os dias andar pela área, observando se não há algum emissor entupido, pois os emissores de irrigação localizada entopem facilmente com pequenas sujeiras presentes na água.



**Figura 19.** Molhamento do interior do solo por gotejamento: mais fraco, com mais areia (A) e mais forte, com mais argila (B).

#### 2.4.2.1. Microaspersão

O sistema de microaspersão usa pequenos aspersores que jogam água em gotas como chuva, só que em uma pequena área em forma de círculo. O raio de ação do microaspersor varia conforme a vazão e a pressão na tubulação. Os microaspersores de maior vazão têm maior raio de alcance da água e os de menor vazão, menores raios de alcance. Aconselha-se usar microaspersores de vazão acima de 40 litros por hora.



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 20.** Microaspersores em mamoeiro.

Os microaspersores podem ser usados para diversas plantas, tanto fruteiras de maior espaçamento como manga, limão, laranja e acerola, como em fruteiras de espaçamento menor como bananeira e mamoeiro. Também é bem aceito em horticultura.

Pode ser colocado um microaspersor por planta, como é o caso de fruteiras de maior espaçamento, como mangueira, laranja e limão ou pode ser colocado um para cada duas

plantas ou um para cada quatro plantas, como é o caso da bananeira e do mamoeiro. Se for colocar um microaspersor para quatro plantas, como é o caso da bananeira, adquirir microaspersores de vazão acima de 50 litros por hora, pois a água deve sempre chegar em volta das plantas para molhar suas raízes. O sistema de microaspersão pode ser instalado em qualquer tipo de solo, isto é, com muita areia ou com muita argila, ou com muito barro. Em solo muito arenoso esse sistema é um dos mais indicados. Os microaspersores podem ser comprados no comércio, sendo que nas condições de pressão mais baixa da bomba deve ser evitado o uso de microaspersores autocompensantes. Para um microaspersor funcionar bem é necessária uma pressão equivalente a 13 metros ou mais de diferença de nível entre o reservatório e a área a ser irrigada.



Fotos: Ildos Parizotto

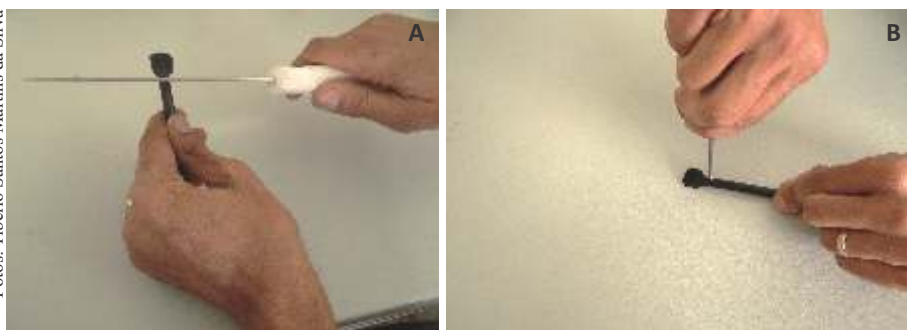
**Figura 21.** Diferentes microaspersores, microaspersor rotativo (A) e microdifusor (B).

Os microaspersores podem também ser construídos de forma artesanal. Para isso é necessária uma mangueira de 4 mm de diâmetro interno, ou aquela que é usada para conectar e conduzir água da mangueira de polietileno de 16 ou 18 mm para o microaspersor.

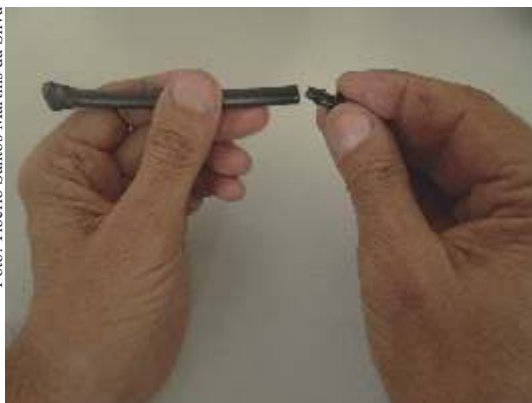
Os passos para a construção de um microaspersor artesanal são os seguintes:

- a) Cortar 10 cm de mangueira de 4 mm de diâmetro interno;
- b) Soldar uma das pontas de forma a fechar essa ponta;
- c) Fazer dois ou três cortes imediatamente abaixo da ponta soldada. Os cortes são feitos com uma faca na horizontal. Os três cortes são feitos contornando a mangueira. Em vez de fazer cortes, pode-se fazer furos contornando a mangueira próximos da ponta soldada; e,
- d) O microaspersor artesanal já está pronto e o próximo passo é inserir uma conexão na ponta não soldada e inseri-lo na mangueira de 16 mm.

Uma vez pronto, o microaspersor artesanal é inserido na mangueira (linha lateral).



**Figura 22.** Fazendo os cortes na mangueira (A) e furos (B) para construir o microaspersor.



**Figura 23.** Inserindo a conexão no pedaço de mangueira que se tornará o micro aspersor artesanal.



**Figura 24.** Microaspersores artesanais (A e B) em funcionamento no campo.

### 2.4.2.2. Gotejamento

O sistema de irrigação por gotejamento é usado para todas as fruteiras que são comercializadas e para hortaliças como tomate, pimentão, melão, melancia, abóbora e abóbora japonesa, entre outras. Como o gotejamento não molha as folhas, o seu uso ajuda a evitar doenças comuns nas hortaliças, que se agravam com o molhamento da folha. O gotejamento é mais indicado para solo com mais argila do que para solo com mais areia. É o sistema de irrigação que mais economiza água, porque em um dado tempo pouca água é liberada da mangueira de polietileno de 16 ou 18 mm pelos gotejadores. Essa quantidade de água que sai num dado tempo é chamada de vazão. Os gotejadores são os "botões" ou furos pelos quais a água sai da mangueira e molha o solo. Os mais encontrados nas casas de comércio são os de 1, 2, 4, 6 e 8 litros por hora. Em regiões onde ocorrem chuvas regulares em períodos de pelo menos quatro meses, é recomendável o uso de dois gotejadores por planta em uma única linha lateral, no caso da bananeira, mamoeiro e maracujazeiro. No caso de plantas de maior porte, pode-se usar três gotejadores por planta, caso da mangueira e laranjeira, por exemplo. Já no sertão (semiárido) deve-se usar duas linhas laterais por fileira de plantas com pelo menos dois gotejadores por linha lateral, isto é, quatro gotejadores por planta ou mais.

Os gotejadores podem ser comprados no comércio, sendo que nas condições de pressão mais baixa da bomba evitar o uso de gotejadores autocompensantes. Para um gotejador funcionar bem é necessária uma pressão equivalente a 7 metros ou mais de diferença de nível entre o reservatório e área a ser irrigada.



Foto: Taciso Pereira de Andrade

**Figura 25.** Gotejadores não autocompensantes para uso em agricultura familiar (A e B).

Os gotejadores podem também ser fabricados de forma artesanal, isto é, pelo próprio irrigante. Para isso é necessário uma mangueira de 4 mm de diâmetro interno, ou aquela que é usada para conectar e conduzir água da mangueira de polietileno de 16 ou 18 mm ou linha lateral para o gotejador.



O gotejador é construído da seguinte forma:

- a) Cortar 10 cm da mangueira de polietileno de 4 mm de diâmetro interno, aquela usada com os microaspersores;
- b) Soldar uma das pontas de forma a fechar essa ponta;
- c) Fazer um furo abaixo da ponta soldada, com 0,7 mm de diâmetro aproximadamente com uma agulha quente, de forma que o furo não se feche;
- d) Inserir uma conexão na ponta não soldada e inseri-la na linha lateral (mangueira de 16 mm).

Foto: Alisson J. P. da Silva



**Figura 26.** Gotejador artesanal em funcionamento no campo.

Os microaspersores e gotejadores artesanais são como os gotejadores comprados no comércio, fáceis de entupir, o que exige cuidados de quem estiver irrigando, principalmente se a água não for bem limpa. Pode ser usado um filtro de tela ou de disco no início do sistema de irrigação, no caso de a pressão ser maior, entretanto se a pressão da água for baixa, no caso de o reservatório ser uma caixa a 3 a 5 metros de altura por exemplo, o filtro vai diminuir ainda mais a pressão da água prejudicando o funcionamento dos emissores.

Gotejadores são fáceis de entupir, mesmo os comprados no comércio e mesmo com uso de filtro, portanto se a água for muito barrenta, evitar o uso deles.

Foto: Ildos Parizotto



**Figura 27.** Filtro instalado no início de um sistema de irrigação.

### 2.4.2.3. Mangueiras perfuradas

Os sistemas de irrigação com mangueiras plásticas perfuradas podem ser montados com conjunto motobomba de baixa potência ou até por gravidade. As mangueiras perfuradas podem ser utilizadas em qualquer tipo de cultura (fruteiras, hortaliças, flores, capineiras) e não exigem muita pressão da água para seu funcionamento. A forma de distribuição das mangueiras no campo é dependente do espaçamento entre fileiras de planta na área de cultivo:

- Para culturas que exigem o molhamento de toda área cultivada (capineiras, grãos adensados): Espessar as mangueiras a cada 3 metros;
- Para culturas com espaçamento entre fileiras maior que 4 metros: colocar uma mangueira em cada fileira de planta;
- Para culturas com espaçamento entre fileiras de 3 a 4 metros: colocar a mangueira no meio da rua.



Fotos: Alisson Jadavi P. da Silva

**Figura 28.** Mangueiras perfuradas em operação no campo em plantio de mandioca (A) e de hortaliças (B).

### 2.4.2.4. Sistemas de irrigação Bubbler

É um sistema apropriado para fruteiras de menor espaçamento entre fileiras ou hortaliças do tipo melancia, melão e abóbora. A altura da fonte de água em relação à área a ser irrigada deve ser de pelo menos 2 metros.

O sistema é simples e consiste de uma tubulação principal de 50 ou 75 mm, proveniente do conjunto motobomba ou de um reservatório de água. Dessa tubulação principal saem, por meio de conexão de saída de linha lateral, as mangueiras de polietileno de 12, 16 ou 18 mm ou mesmo tubo de PVC de 25 mm que serão colocados entre duas fileiras de plantas. A colocação da linha lateral na tubulação principal é feita conforme os passos abaixo:



**Figura 29.** Furando o tubo de PVC com broca (A) para inserir no furo a chula (B) e em seguida inserir a saída de linha lateral (C).



**Figura 30.** Furando o tubo de PVC com broca (A) para inserir no furo a chula (B) e em seguida inserir a saída de linha lateral (C).



**Figura 31.** Cortando a mangueira (A) para colocar o registro (B) e terminar a colocação da mangueira (C).

Próximo das fileiras de plantas a mangueira é perfurada nos dois lados, para inserir uma mangueirinha de 4 mm de diâmetro interno, sendo a mesma mangueirinha usada para conectar um microaspersor à mangueira de 16 ou 18 mm.

As mangueirinhas são colocadas próximas do pé das plantas, no caso de fruteiras, fazendo-se uma bacia ou sulco em redor da planta, onde a ponta da mangueira é colocada.





Fotos: Ildos Parizotto

**Figura 32.** Conexão a ser usada com a mangueira de 4 mm de diâmetro interno (A); inserindo a conexão na mangueirinha (B); perfurando a linha lateral de 16 mm (C); inserindo a mangueirinha na linha lateral de 16 mm (D e E).



Fotos: Ildos Parizotto

**Figura 33.** Finalização da instalação do bubbler com uso de tubo de PVC de 25 mm (A) e com mangueira de 16 mm (B).

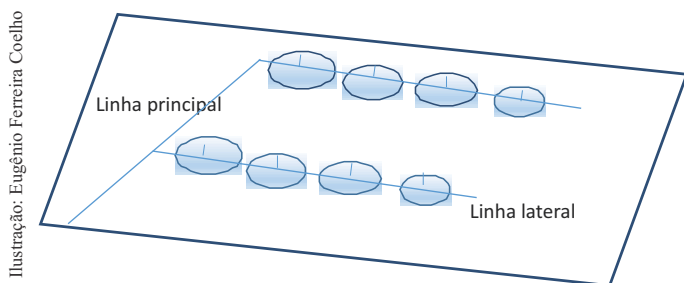
### 3. Cuidados a serem tomados com os sistemas de irrigação

#### 3.1. Os cuidados com os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão

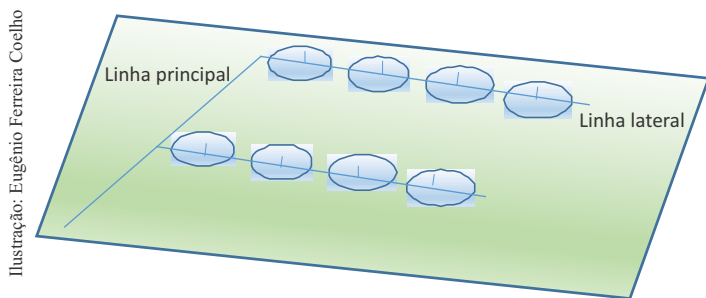
Uma vez instalado o sistema de irrigação, é necessário saber trabalhar com ele. Para isso é preciso conhecer primeiro se a quantidade de água que sai dos emissores ao longo de uma linha lateral é a mesma. O ideal ou a melhor situação é aquela em que todas as plantas recebam a mesma quantidade de água num dado tempo ou a mesma vazão.

É preciso saber que a água que entra na linha lateral, à medida que vai saindo pelos gotejadores ou microaspersores, vai diminuindo. É também importante entender que a pressão da água é maior no início da linha lateral e vai diminuindo para o final da linha. Alguns microaspersores e gotejadores industriais regulam a saída de água, fazendo com que saia uma mesma quantidade de água nos diferentes emissores, mesmo com diferença de pressão na água ao longo da linha lateral. Quando se usa gotejadores e microaspersores de custo mais baixo, essa regulação não ocorre, sendo necessário estar atento às seguintes orientações:

- a) As linhas laterais não devem ser muito longas, isto é, não devem passar de 40 metros;
- b) A pressão da bomba ou da caixa d'água deve ser distribuída igualmente entre as linhas laterais, isto é, se o número de linhas laterais abertas faz com que a pressão seja maior nas linhas laterais iniciais e nas demais linhas laterais, a pressão cai de forma que pouca água sai nos gotejadores ou microaspersores. Significa que é necessário fechar algumas linhas. Assim, abre-se um número de linhas, de forma que a pressão fique boa em todas elas, e a quantidade de água que sair do primeiro gotejador ou microaspersor da linha não tenha muita diferença da quantidade de água que sair do último gotejador ou microaspersor, no mesmo tempo.



**Figura 34.** Irrigação com baixa uniformidade de distribuição de água.



**Figura 35.** Irrigação com alta uniformidade de distribuição de água.

Quando a força da água na tubulação (pressão) diminui gradativamente ao longo da linha lateral, os emissores aplicam mais água nas plantas do início da linha do que aquelas do final da linha. Assim, se uma planta recebe mais água que outra, o desenvolvimento será diferenciado e normalmente as plantas do início da linha terão um crescimento superior às plantas do final.

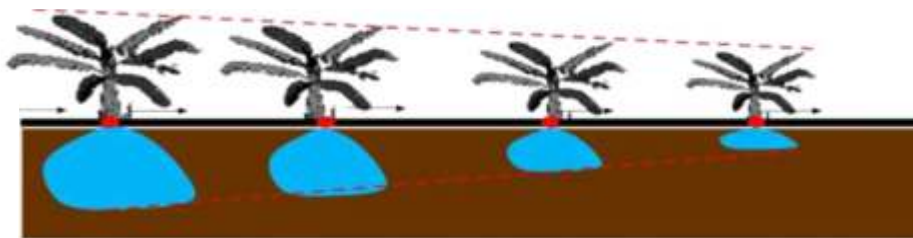


Ilustração: Alisson Jadavi P. Silva

**Figura 36.** Desenvolvimento diferenciado da planta ao longo da linha lateral, em função da perda de pressão.

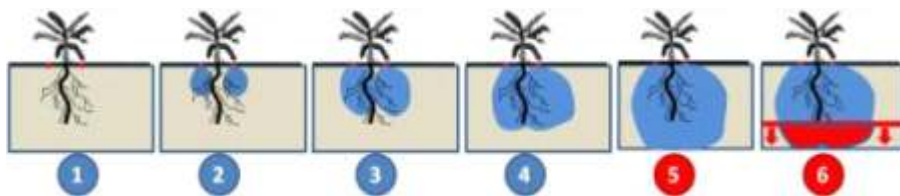
### 3.2. Os cuidados com os sistemas de irrigação Bubbler

No sistema *Bubler*, a água sai da linha lateral para mangueiras finas que distribuem água no solo e na planta. A força da água nas mangueiras finas localizadas no início da linha lateral é maior que nas mangueiras localizadas no final da linha lateral. Assim, as plantas que ficam no início da linha lateral receberão muito mais água que as plantas que ficam em direção ao final da linha lateral. Dessa forma deve-se tomar os seguintes cuidados:

- Abrir as mangueiras referentes às 10 primeiras plantas;
- Fechar as mangueiras referentes às 10 primeiras plantas e abrir as 10 seguintes;
- Repetir o procedimento até o final da linha lateral.

#### 3.2.1. Avaliar perdas de água no sistema de irrigação por sulcos, bacia e Bubbler

Ao usar o sistema de irrigação, o agricultor deve ter o cuidado de não encharcar demais o solo. O solo com muita água prejudica o desenvolvimento das plantas, podendo levar à morte de muitas delas. Além disso, se o agricultor aplica água demais nas plantas, parte da água irá passar pelas raízes e será perdida, carregando os nutrientes do solo para uma profundidade que a planta não alcançará. Além de perder água e nutrientes, se o agricultor aplica mais água do que o necessário ele gasta mais dinheiro com óleo diesel ou energia no bombeamento da água, elevando o custo de produção. Como a água arrasta os nutrientes, o solo se torna fraco e, em pouco tempo, ruim para o plantio.



**Figura 37.** Ilustração da distribuição da água no interior do solo com o passar do tempo ao longo de uma irrigação. Ao passar do tempo 4, toda água aplicada é perdida para baixo das raízes das plantas, carregando os nutrientes para profundidades onde a planta não alcança.

Como avaliar se estão ocorrendo perdas de água e nutrientes na irrigação?

É possível o agricultor avaliar se está aplicando água demais, abrindo uma trincheira próxima à planta. Execute as etapas a seguir:

- Escolha um local próximo da planta, mas que faça parte da área molhada pelo emissor. Caso o cultivo seja de fruteiras, o local escolhido pode ser situado de 30 a 60 cm do caule da planta, desde que o emissor esteja molhando o local. Se o cultivo é de hortaliças, o local deve ser situado na leira, ou próximo dela caso a área seja molhada pelo emissor. Se o cultivo é de grãos ou outras culturas plantadas próximas uma da outra, o local deve ser situado entre uma planta e outra na linha de plantio.



**Figura 38.** Coleta da amostra de solo no (A) local indicado, no caso de fruteira próximo de 30 cm da planta e (B) verificando a umidade do solo.

- Ao final da irrigação, abra uma trincheira no local marcado com uso de uma “enxadeta”. Retire uma porção de solo de 40 a 70 cm de profundidade. Se o solo estiver encharcado é sinal de que você está irrigando muito. Após dois ou três dias, ligue novamente o sistema de irrigação, diminuindo o tempo de funcionamento em 15 minutos. Repita o mesmo procedimento e observe se o solo ainda continua encharcado.

### 3.3. Os cuidados com os sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento

Alguns emissores podem aplicar mais ou menos água do que se espera quando a pressão do sistema não é controlada. A tendência é de que com o aumento da pressão saia muita água dos emissores, podendo causar encharcamento do solo. Existem alguns emissores que controlam a saída de água mesmo quando a pressão do sistema se eleva. Esses emissores são mais desejáveis, porém normalmente custam mais caro. A saída de água nos emissores de baixo custo artesanais será elevada com o aumento da pressão fornecida pela motobomba. É necessário observar no campo se a quantidade de água que sai dos emissores não é maior que a capacidade que o solo tem de absorver água, para evitar encharcamento da superfície do solo.



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 39.** Solo encharcado devido ao descontrole da saída de água no emissor.

## 4. Avaliações de molhamento do solo pelos emissores

Antes da montagem do sistema de irrigação e do plantio da cultura, é necessário observar como é o molhamento do solo pelos emissores. Os gotejadores, por exemplo, molham o solo em pontos bastante localizados e não são adequados para plantios adensados em solos arenosos, como é o caso do feijão, milho e outras culturas semelhantes, pois exigiria muitos emissores para molhar a região das raízes de todas as plantas, tornando muito cara a aquisição do sistema. Já quando se trata de plantio de café, pimenta, fruteiras e outras semelhantes, os gotejadores se adequam melhor, pois não há necessidade de molhar toda a superfície do solo da área de plantio, e os gotejadores aplicam água diretamente nas raízes das plantas, ficando o espaço entre as plantas seco. Mesmo assim, em solos arenosos, é conveniente o agricultor optar pela microaspersão quando desejar utilizar irrigação localizada, pois a água que sai do microaspersor se espalha melhor na superfície do solo. No caso do gotejamento instalado no solo arenoso, a água, quando aplicada ao solo, desce muito rápido, com uma distribuição diferente do bulbo que forma quando o solo é argiloso.



Quando a microaspersão é utilizada em café, fruteiras ou outras culturas perenes, o plantio de culturas de ciclo curto nas entrelinhas destas plantas aumentam o aproveitamento da água que sai do microaspersor e permite ao agricultor colheita enquanto o pomar ainda é jovem. A cultura a ser escolhida para ser plantada na área entre as plantas deve ser uma cultura rasteira, como melancia, melão e maxixe.

Fotos: Alisson J. P. da Silva



**Figura 40.** Distribuição da água aplicada com microaspersão artesanal (A). A água que sai do microaspersor molha apenas parte da área ocupada pela planta. Distribuição de água aplicada com mangueiras perfuradas a laser (B). A água que sai da mangueira molha toda área ocupada pela planta.

#### 4.1. Verificando se todas as plantas recebem a mesma quantidade de água nos sistemas microaspersão, gotejamento e mangueira perfurada

Se todas as plantas recebem as mesmas quantidades de água significa que a irrigação foi bem feita, porém se em alguns lugares da área cair mais água que em outros, algumas plantas crescerão mais que outras e algumas produzirão mais que outras.

Para verificar se as quantidades de água que caem em diferentes lugares da área são quase as mesmas ou são bem diferentes, deve-se fazer conforme recomendação a seguir.

Esta verificação deve ser feita com três pessoas trabalhando em conjunto.

- 1 – A partir do início da linha principal, marcar as linhas laterais para avaliação, que serão a primeira, a do meio e a última.
- 2 – Corte três garrafas PET, coloque meio litro de água dentro de cada uma e marque a altura da água. Depois coloque mais meio litro dentro da garrafa e marque a nova altura da água.

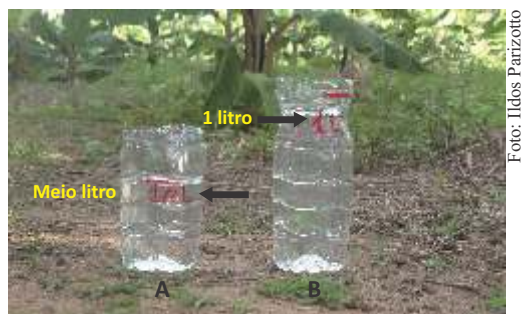


Foto: Ildos Parizotto

**Figura 41.** Garrafas PET marcadas para avaliar os sistemas de irrigação gotejamento (A) e microaspersão (B).

- 3 – Em cada linha lateral, uma pessoa se localiza no primeiro gotejador (P1) ou microaspersor, outra no gotejador ou microaspersor do meio da linha lateral (P2), e a terceira pessoa no último gotejador (P3) ou microaspersor da linha.

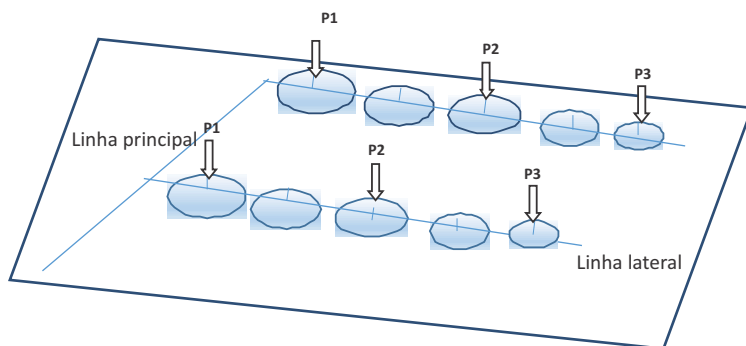


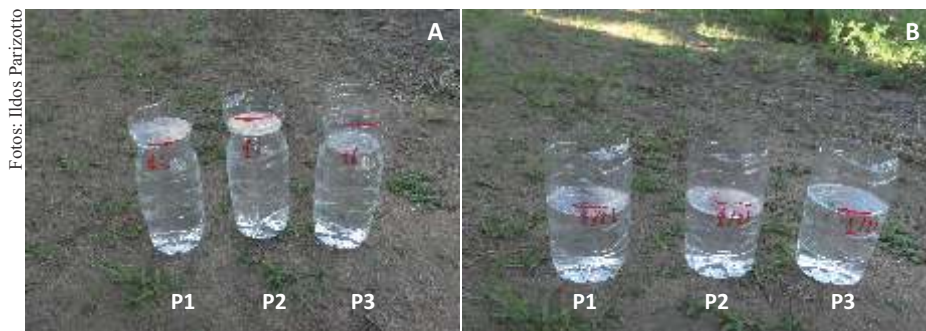
Ilustração: Alisson Jadavi P. Silva

**Figura 42.** Desenho do sistema com um círculo nas linhas laterais que serão avaliadas.

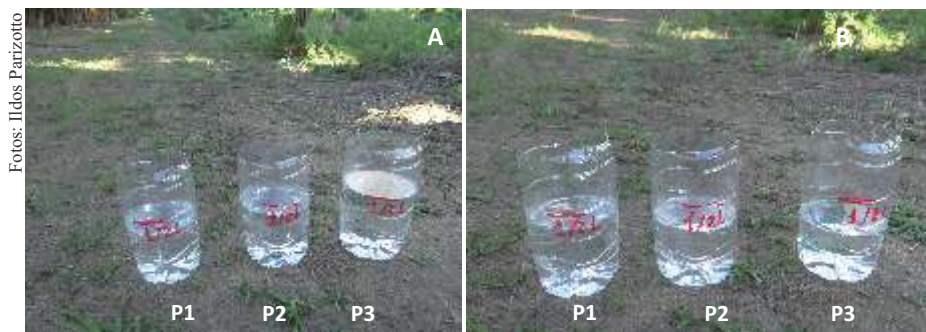
- 4 – Com o sistema ligado, as três pessoas colocam ao mesmo tempo o microaspersor dentro da garrafa PET; no caso do gotejamento a garrafa PET é colocada embaixo do gotejador.
- 5 – Os microaspersores deverão ser retirados de dentro da garrafa logo que a água atingir a marca feita em uma das três garrafas. Normalmente, a garrafa da pessoa localizada no primeiro microaspersor ou gotejador da linha enche mais rápido. Assim, a pessoa localizada na primeira posição informará para as demais também retirarem, logo que perceber que a água atingiu a marca da garrafa. As três pessoas devem retirar o microaspersor de dentro da garrafa no mesmo tempo.

6 – Retirados os microaspersores de dentro das garrafas ou as garrafas de baixo dos gotejadores, é hora de observar as diferenças no volume de água coletado pelas três pessoas. Se as alturas de água estiverem muito diferentes, é sinal de que o sistema não está aplicando água igualmente para todas as plantas. Se as alturas são semelhantes, é sinal de que o sistema está aplicando água de forma igual para todas as plantas.

7 – Repita o procedimento três vezes e veja se os resultados são os mesmos.



**Figura 43.** Coleta de água em três pontos junto a primeiro microaspsor (P1), ao microaspsor do meio da linha (P2) e ao último microaspsor da linha lateral (P3) na condição de boa eficiência do sistema (A) e má eficiência do sistema (B).



**Figura 44.** Coleta de água em três pontos junto a primeiro gotejador (P1), ao gotejador do meio da linha (P2) e ao último gotejador da linha lateral (P3) na condição de boa eficiência do sistema (A) e má eficiência do sistema (B).

## 5. Quando deve ser feita a irrigação

A hora de irrigar pode ser decidida de duas formas:

- 1 – Estabelecer os dias da semana para irrigar;
- 2 – Se o solo for arenoso, irrigar todo dia, independente de tempo nublado ou com sol;



- 3 – Se o solo for mais argiloso ou barrento, e se observar que irrigando todo dia a terra fica muito úmida até um dia depois da irrigação, então irrigar dia sim, dia não.

Dar preferência ao início da manhã para irrigar. Verificar a umidade do solo todos os dias antes da irrigação. Para verificar a umidade do solo, é preciso conhecer como ver se o solo está na umidade boa para as plantas ou não. Para isso o modo mais fácil é o método do uso das mãos.

### 5.1. Uso das mãos para definir a faixa adequada de umidade do solo para as plantas

O método do uso das mãos como o próprio nome indica consiste em se avaliar a umidade do solo usando as mãos. Os passos desse método são os seguintes:

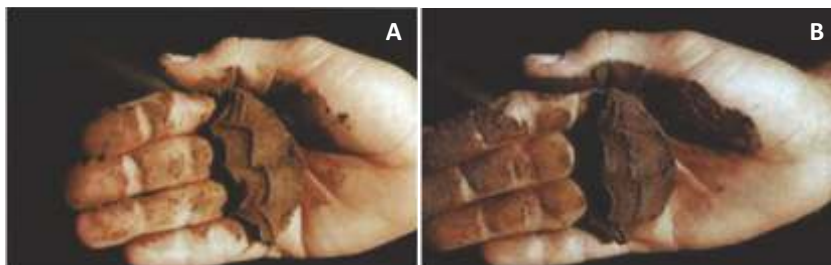
- 1 – Obter a amostras do solo à distancia de 10 cm da planta para hortalças e grãos e de até 30 cm para fruteiras;
- 2 – No caso de canteiros em hortas, coletar a amostra com a mão nos primeiros 10 cm de profundidade do solo;
- 3 – No caso de culturas como o feijão, cavar a terra até 10 cm de profundidade e coletar amostra entre 10 e 20 cm de profundidade;
- 4 – No caso de fruteiras como banana, mamão e limão, cavar a terra até 15 cm de profundidade e coletar amostra entre 15 e 25 cm de profundidade;
- 5 – Comprimir a amostra do solo entre os dedos polegar e indicador para formar um biscoito de superfície irregular;
- 6 – Se a terra ou o solo for arenoso e ao ser apertado nas mãos não perder água, mas deixar a mão molhada e ficar com cor mais sombreada ou escura, esse solo está na melhor condição para as plantas;



Foto: Tiberio Santos Martins da Silva

**Figura 45.** Solo arenoso com umidade considerada boa para as plantas, sem necessidade de irrigação.

- 7 – Se a terra for mais argilosa ou barrenta e ao ser apertada nas mãos não perder água, mas molhar a mão e ficar com cor escura, também estará na melhor condição para as plantas.



**Figura 46.** Dois solos (A, B) com maior quantidade de argila com umidade considerada boa para as plantas, sem necessidade de irrigação.

- 8 – Se a terra for arenosa e ao ser apertada nas mãos formar um biscoito que racha ou desmancha facilmente com cor pouco escura, esse solo precisa ser irrigado;



Fotos: Tiberio Santos Martins da Silva

**Figura 47.** Solo arenoso (A, B) com umidade abaixo da condição considerada boa para as plantas.

- 9 – Se a terra for argilosa e ao ser apertada nas mãos formar um biscoito que desliza entre os dedos na forma de lâmina, aparência pouco escurecida ou formar um biscoito com rachaduras ou ainda não formar o biscoito e desmanchar na mão, precisa ser irrigado.



**Figura 48.** Solo argiloso com umidade abaixo da condição boa para a planta.

## 5.2. Uso de equipamentos para definir a faixa adequada de umidade do solo para as plantas

### 5.2.1. Irrigas

O Irrigas é um equipamento de baixo custo e de fácil manuseio. Determina apenas o momento de irrigar ou não. Ele é composto por uma cápsula porosa tipo vela de filtro conectada a uma mangueira fina (micro tubo) com uma cuba de plástico na ponta da mesma.



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 49.** Avaliador indireto da umidade do solo Irrigas.

A instalação do Irrigas é simples, bastando cavar o solo na profundidade desejada com uma ferramenta que abra um buraco o mais estreito possível. Coloca-se a cápsula e repõe-se a terra ou solo de onde foi retirada, tomando o cuidado de apertar a terra próxima da cápsula. A cápsula pode ser imersa em água por 30 segundos para verificar se o Irrigas está funcionando corretamente, mas evitar colocar a cápsula dentro d'água por mais de 60 segundos, conforme recomendado por Marouelli & Calbo (2009).

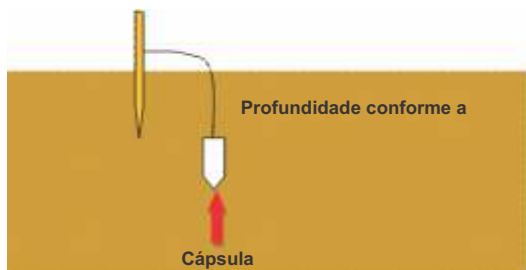


Ilustração: Eugênio F. Coelho

**Figura 50.** Instalação do Irrigas no solo, Fonte: Marroueli & Calbo (2009).

Uma vez instalada a cápsula na posição e profundidade desejadas, a condição da umidade do solo é verificada inserindo a cuba emborcada em uma vasilha com água da seguinte forma:



Foto:Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 51.** Inserindo a cuba emborcada numa vasilha com água.

- 1 – Se a água entrar facilmente na cuba, indica que o solo está com umidade abaixo da necessária às plantas, então é necessário irrigar;



Foto:Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 52.** Água entra fácil na cuba (bolinha flutuando), irrigar.

- 2 – Se a água não entrar na cuba indica que a umidade do solo é suficiente para as plantas, sendo desnecessário irrigar (Figura 53);



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 53.** Água não entra facilmente na cuba (a bolinha não flutua), não irrigar.

As cápsulas devem ser compradas conforme o tipo de solo, sendo aconselhável a de menor tensão (15 kPa, na cápsula aparece 15) para solos com mais areia e a de maior tensão (25 kPa, na cápsula aparece 25) para solos com mais argila ou solo barrento. A instalação da cápsula pode ser feita cavando o solo até a profundidade ideal, conforme já explicado.

Uma outra versão do Irrigas não usa a cuba e sim um aparelho que mostra, por meio de uma luz, se deve ou não irrigar; se a luz que acende quando liga o aparelho for verde não precisa irrigar; se for vermelha precisa irrigar. A desvantagem desse aparelho em relação ao uso da cuba é o custo, bem mais alto.

Foto: Ildos Parizotto



Foto: Tibério Santos Martins da Silva

**Figura 54.** Aparelho indicador da necessidade de irrigação (A), uso em campo do indicador de irrigação com irrigas (B).

### 5.3. Uso do equipamento do método da facilidade de penetração no solo

O método da facilidade de penetração consiste em avaliar a facilidade de penetração de uma haste de metal ou de madeira no solo, quando sob batidas na mesma com um peso conhecido (2 kg). Esse equipamento não é para ser usado para quantificar a umidade, da mesma forma que o Irrigas, mas deve ser usado apenas para indicar se é preciso ou não irrigar.



**Figura 55.** Instrumento para avaliar umidade do solo pela facilidade de penetração no solo.

A operação de verificar se o solo precisa ou não ser irrigado deve ser feita da seguinte maneira:

- 1 – Ir à área irrigada e escolher pelo menos três locais para fazer a verificação da necessidade de irrigar. Escolher locais que representem a área em volta. Se por acaso houver solos diferentes, isto é, um mais ou menos argiloso ou arenoso, identificar essas partes da área e verificar a necessidade de irrigar em cada parte.
- 2 – Posicionar o equipamento em prumo e começar a levantar o batente até encostar no anel fixado a 20 cm acima. Deixar cair livremente.





Fotos: Ildos Parizotto

**Figura 56.** Posicionando (A) e operando o equipamento (B).

- 3 – Repetir o item anterior até que a haste penetre 20 cm no solo conforme o marcador.
- 4 – Anotar o número de batidas necessárias para a penetração de 20 cm e conferir com a calibração feita anteriormente. A calibração serve para identificar o número de batidas necessárias para que a umidade seja considerada boa para as plantas. A calibração é feita apenas uma vez, seguindo os passos:
  - Na área onde será usado o equipamento, umedecer o solo com diferentes quantidades de água de modo a ter diferentes umidades no mesmo solo, variando desde pouco a bastante úmido;
  - Em cada local de diferente umidade, estabelecer a profundidade para avaliação, sendo na superfície do solo, caso de canteiros de hortaliças; a 10 cm de profundidade, para grãos e a 20 cm, no caso de fruteiras;
  - Inserir a haste no solo por meio de batidas do peso (Figura 17) e contar o número de batidas necessárias para que a haste entre 30 cm no solo;
  - Coletar amostras na mesma camada e, usando as mãos, avaliar a umidade e verificar quantas batidas do peso no equipamento foram necessárias para obter a amostra com boa umidade. Se tiver auxílio de um técnico, pode-se coletar a amostra de solo e colocá-la em coletores apropriados para pesagem e secagem em estufa. No caso, o técnico fornecerá a umidade adequada que estará relacionada a um número de batidas.

## 6. Medidas de redução da água de irrigação

A quantidade de água de irrigação aplicada significa gasto de dinheiro para o produtor e uma irrigação feita em tempo superior ao necessário vai representar prejuízo ao produtor além de causar problemas para as plantas. O produtor precisa saber que existem maneiras de aplicar menor quantidade de água nas plantas sem perder produção. Uma delas é seguir as orientações técnicas que vem sendo apresentadas nessa cartilha sobre eficiência de uso da água e tempos recomendados de irrigação conforme se verá na Tabela 1. Outra maneira é usar cobertura no solo. A cobertura do solo na região que é molhada pela irrigação pode reduzir bastante o tempo de irrigação porque não deixa a água evaporar da terra mantendo mais umidade o tempo todo para as plantas. O solo pode ser coberto com o que o produtor tiver na propriedade: mato seco, palhas em geral, casca de madeira. Também para terras ou solos com muita areia é recomendado em caso de hortas, ao fazer os canteiros, remover a terra numa profundidade de 25 cm para verduras de folhas e 30 cm para legumes de raízes (beterraba, cenoura, nabo). Coloca uma lona plástica onde estava a terra e recoloca a terra sobre a lona plástica (Figura 57A e B). Em seguida devem ser feitas as mesmas atividades de um canteiro normal. Com essa prática, a irrigação deverá ter seu tempo reduzido, o que representará economia de água para o produtor e para a natureza. Outra forma de fazer o canteiro com lona é fazer os chamados canteiros com abastecimento de água abaixo da superfície do solo. Nesse caso é feita a mesma coisa citada, ou seja retira-se a terra do local do canteiro, coloca-se a lona de plástico e nas duas extremidades ou na cabeceira e no final do canteiro, coloca-se um pedaço de tubo PVC de 50 mm com um metro e une os dois tubos, da cabeceira e do final do canteiro com um tubo de PVC de 20 mm perfurado ou com um pedaço de mangueira perfurada do comprimento do canteiro. Em seguida cobre-se a lona com terra. A irrigação, no caso será feita colocando água no cano da cabeceira do canteiro até chegar no outro cano. A água vai molhar o canteiro de baixo para cima (Figura 58).

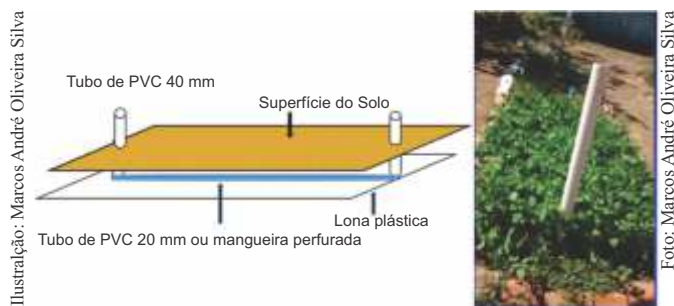
Fotos: Idos Parizotto



**Figura 57.** Instalação de lona em canteiros para redução de perda de água de irrigação (A) e (B).



O uso combinado de cobertura do canteiro com a irrigação abaixo da superfície do solo resulta no máximo que se pode economizar de água na irrigação para solos de textura mais arenosa. Assim, recomenda-se para agricultores do semiárido utilizar esses canteiros com lona e abastecimento de água por baixo da terra no caso de hortas de quintais ou no caso de uso de água de cisternões.



**Figura 58.** Canteiro com abastecimento de água abaixo da superfície do solo.

## 7. Obter a quantidade de água a ser aplicada às plantas com uso de tabelas

A quantidade de água a aplicar nas plantas vai depender do consumo dessas plantas. Plantas novas consomem menos água que plantas mais adultas em fase de floração e enchimento dos frutos. Em dias ensolarados, com ar seco e vento as plantas precisam de mais água que em dias úmidos sem vento, ou nublados. Se a terra (solo) tem cobertura como palha seca será necessário menos tempo de irrigação comparado a plantas com o solo nu.

### 7.1. Sugestões de tempos de irrigação para hortaliças, grãos e fruteiras

Caso o produtor não disponha de equipamento de medir a água no solo e de assistência técnica, esta cartilha apresenta algumas recomendações de tempos de irrigação para algumas culturas irrigadas por sistemas de aspersão convencional, mangueiras perfuradas e difusores. O tempo que o sistema de irrigação deve ser mantido em funcionamento para suprir a necessidade de água de uma cultura dependerá, principalmente, da época do ano em que está sendo feita a irrigação, da idade da cultura, das características do solo e dos emissores utilizados. Na Tabela 1 é indicado, em horas, o tempo de irrigação necessário para suprir a necessidade de água da cultura de feijão-caupi, mandioca, milho, melancia, banana e mamão, para todos os meses.

**Tabela 1.** Tempo (em horas) necessário para irrigar diariamente as culturas do feijão caupi, milho, mandioca, melancia, banana e mamão, em função da idade da planta (Dias após o plantio - DAP) e do mês do ano. Para os sistemas com aspersão convencional, o intervalo entre irrigações é de 4 dias.

<b>Feijão-Caupi – uso do microdifusor de 42 litros/hora</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
25-50	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
50-70	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>Feijão-Caupi – uso de aspersão convencional (intervalo de 5 dias)</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	2,3	2,4	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,9	2,5	2,6	2,6	2,4
25-50	3,9	4,0	3,7	3,6	3,2	2,9	2,7	3,2	4,2	4,5	4,5	4,1
50-70	3,3	3,4	3,1	3,0	2,6	2,4	2,2	2,7	3,5	3,7	3,7	3,4
<b>Feijão-Caupi – uso de mangueiras perfuradas</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	1,5	1,6	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0	1,2	1,6	1,7	1,7	1,6
25-50	2,6	2,7	2,4	2,4	2,1	1,9	1,8	2,1	2,8	3,0	3,0	2,7
50-70	2,2	2,2	2,0	2,0	1,8	1,6	1,5	1,8	2,3	2,5	2,5	2,3
<b>Feijão-Caupi – uso de microaspersão (vazão 60 litros/hora)</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,8	0,9	1,2	1,3	1,3	1,2
25-50	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,6	2,1	2,2	2,2	2,0
50-70	1,6	1,7	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,3	1,8	1,9	1,9	1,7
<b>Mandioca – uso do microdifusor de 42 litros/hora</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 90	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
91-210	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
211-450	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Mandioca – uso de aspersão convencional (intervalo de 5 dias)</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 90	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,9	1,2	1,2	1,2	1,1
91-210	3,9	4,0	3,7	3,6	3,2	2,9	2,7	3,2	4,2	4,5	4,5	4,1
211-450	1,8	1,9	1,7	1,7	1,5	1,3	1,2	1,5	2,0	2,1	2,1	1,9
<b>Mandioca – uso de mangueiras perfuradas</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 90	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
91-210	2,6	2,7	2,4	2,4	2,1	1,9	1,8	2,1	2,8	3,0	3,0	2,7
211-450	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	1,3	1,4	1,4	1,3
<b>Mandioca – uso de microaspersão (vazão 60 litros/hora)</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 90	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
91-210	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,6	2,1	2,2	2,2	2,0
211-450	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	1,0	1,0	1,0	0,9
<b>Milho – uso do microdifusor de 42 litros/hora</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4
26 - 55	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7
56 - 95	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6

Milho – uso de mangueira perfurada												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	1,4	1,8	1,9	1,9	1,8
26 - 55	2,6	2,7	2,5	2,4	2,1	1,9	1,8	2,2	2,8	3,0	3,0	2,8
56 - 95	2,4	2,5	2,3	2,2	1,9	1,8	1,7	2,0	2,6	2,7	2,7	2,5
Milho– uso de microaspersão (vazão 60 litros/hora)												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	1,4	1,5	1,5	1,3
26 - 55	2,0	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,6	2,2	2,3	2,3	2,1
56 - 95	1,8	1,9	1,7	1,7	1,5	1,3	1,2	1,5	2,0	2,1	2,1	1,9
Melancia – uso do microdifusor de 42 litros/hora												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
25-50	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
50-70	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Melancia – uso de aspersão convencional (intervalo de 5 dias)												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	1,4	1,5	1,5	1,3
25-50	3,9	4,0	3,7	3,6	3,2	2,9	2,7	3,2	4,2	4,5	4,5	4,1
50-70	2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,8	2,3	2,5	2,5	2,3
Melancia – uso de mangueira perfurada												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9
25-50	2,6	2,7	2,4	2,4	2,1	1,9	1,8	2,1	2,8	3,0	3,0	2,7
50-70	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,2	1,6	1,6	1,6	1,5
Melancia – uso de microaspersão (vazão 60 litros/hora)												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 25	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
25-50	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,6	2,1	2,2	2,2	2,0
50-70	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,9	1,2	1,2	1,2	1,1
Banana – uso do microdifusor de 42 litros/hora												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 30	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
31 - 210	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7
211 - 365	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6
Banana – uso de aspersão convencional (intervalo de 5 dias)												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 30	1,8	1,9	1,7	1,7	1,5	1,3	1,2	1,5	2,0	2,1	2,1	1,9
31 - 210	4,0	4,1	3,8	3,7	3,2	2,9	2,7	3,3	4,3	4,6	4,6	4,2
211 - 365	3,6	3,7	3,4	3,3	2,9	2,6	2,5	3,0	3,9	4,2	4,1	3,8
Banana – uso de mangueira perfurada												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 30	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	1,3	1,4	1,4	1,3
31 - 210	2,6	2,7	2,5	2,4	2,1	1,9	1,8	2,2	2,8	3,0	3,0	2,8
211 - 365	2,4	2,5	2,3	2,2	1,9	1,8	1,7	2,0	2,6	2,7	2,7	2,5

<b>Banana – uso de microaspersão (vazão 60 litros/hora)</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 30	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	1,0	1,0	1,0	0,9
31 - 210	2,0	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,6	2,2	2,3	2,3	2,1
211 - 365	1,8	1,9	1,7	1,7	1,5	1,3	1,2	1,5	2,0	2,1	2,1	1,9
<b>Mamão – uso do microdifusor de 42 litros/hora</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 107	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
108 - 260	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7
261 - 380	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>Mamão – uso de aspersão convencional (intervalo de 5 dias)</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 107	2,3	2,4	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,9	2,5	2,7	2,7	2,4
108 - 260	4,2	4,3	4,0	3,9	3,4	3,1	2,9	3,5	4,5	4,8	4,8	4,4
261 - 380	4,4	4,5	4,1	4,0	3,5	3,2	3,0	3,6	4,7	5,0	5,0	4,6
<b>Mamão – uso de mangueira perfurada</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 107	1,5	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,3	1,7	1,8	1,8	1,6
108 - 260	2,8	2,9	2,6	2,6	2,3	2,0	1,9	2,3	3,0	3,2	3,2	2,9
261 - 380	2,9	3,0	2,7	2,7	2,3	2,1	2,0	2,4	3,1	3,3	3,3	3,0
<b>Mamão – uso de microaspersão (vazão 60 litros/hora)</b>												
DAP	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Até 107	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,3	1,3	1,3	1,2
108 - 260	2,1	2,2	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,7	2,3	2,4	2,4	2,2
261 - 380	2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,8	2,3	2,5	2,5	2,3

## 8. Literatura Consultada

- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- CALBO, A. G.; SILVA, W. L. de C. **Sistema irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimento**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 174 p.
- CONCEIÇÃO, B. S.; COELHO, E. F.; MARTIN, T. S.; ALISSON JADAVI P. SILVA. Produtividade da bananeira Prata Anã sob diferentes sistemas de irrigação em condições de agricultura familiar no Semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 40., 2011. Cuiabá. **Geração de tecnologias inovadoras e o desenvolvimento do cerrado brasileiro**: anais. Cuiabá: SBEA, 2011. 1 CD-ROM. CONBEA
- MAROUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com Sistema Irrigas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 69).
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L. de C. Irrigacao. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L. de B., org. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000. p.60-71.
- SILVA, A.J.P.; SILVA, V.P.; SÁ, T.; COELHO, E.F.; CARVALHO, A.J.A. **Crescimento e produtividade de Alface irrigada por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo utilizando captação de Água da Chuva**. In: Anais do XXI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Petrolina – PE. 2011.
- SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. A. COSTA, E. M.; SILVA, E. L. Avaliação de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software BUBBLER. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 1, p. 264-271, jan./abr. 2005.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. Recomendação para uso do penetrometro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. **Revista STAB**: açúcar, álcool e subprodutos, v.1, n.3, 1983.







